



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 103 39 944 A1 2004.03.18

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 103 39 944.5

(22) Anmeldetag: 29.08.2003

(43) Offenlegungstag: 18.03.2004

(51) Int Cl.: G01N 27/409

(30) Unionspriorität:

2002/253339 30.08.2002 JP

(74) Vertreter:

Viering, Jentschura & Partner, 80538 München

(71) Anmelder:

Yazaki Corp., Tokio/Tokyo, JP

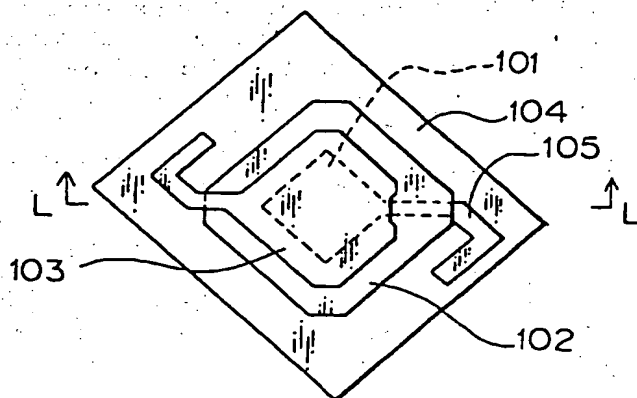
(72) Erfinder:

Okuno, Tatsuyuki, Tenryu, Shizuoka, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: Grenzstromtyp-Sauerstoffsensor

(57) Zusammenfassung: In einem Grenzstromtyp-Sauerstoffsensor sind eine ebene Kathodenschicht und eine ebene Anodenschicht auf beiden Seiten einer Festkörperelektrolytschicht angeordnet und eine poröse Diffusionsschicht zum Steuern einer Gasdiffusionsrate ist auf der anderen Seite der Kathodenschicht angeordnet. Zusätzlich hat die Kathodenschicht einen Kontaktierungsfeldabschnitt zum elektrischen Koppeln an einen externen Zuleitungsdraht. Ein Teil des Kontaktierungsfeldes ist in Kontakt mit der Festkörperelektrolytschicht und der andere Teil des Kontaktierungsfeldes ist einer Atmosphäre des Sensors ausgesetzt. Ein gemusterter Gasbarrierenfilm ist zwischen einer Grenze zwischen dem Teil des Kontaktierungsfeldes, das in Kontakt mit der gemusterten Festkörperelektrolytschicht ist, und dem anderen Teil des Kontaktierungsfeldes, das der Atmosphäre ausgesetzt ist und Umgebungen davon, angeordnet, um die Grenze nicht direkt der Atmosphäre auszusetzen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Grenzstromtyp-Sauerstoffsensor, insbesondere einen Grenzstromtyp-Sauerstoffsensor, der die Sauerstoffkonzentration in einem Bereich mit niedriger Konzentration genau messen kann, auch wenn die angelegte Spannung instabil ist.

[0002] Der Grenzstromtyp-Sauerstoffsensor, der eine vierlagige Struktur aufweist, die aus einer porösen Diffusionsschicht zum Steuern einer Gasdiffusionsrate, einer Kathodenschicht, einer Festkörperelektrolytschicht und einer Anodenschicht besteht, kann ohne Referenzgas o.ä., Strom ausgeben, der linear zu der Gaskonzentration ist und die Konzentration von einem niedrigen Konzentrationspegel bis zu einem hohen Konzentrationspegel genau messen. Darum wird eine wachsende Anzahl von herkömmlichen Konzentrationszellentyp-Sensoren mit herkömmlicher Festkörperelektrolytschicht durch die Grenzstromtyp-Sauerstoffsensoren ersetzt.

[0003] Fig. 1A und 1B zeigen ein Beispiel des herkömmlichen Grenzstromtyp-Sauerstoffsensors. Fig. 1A ist eine Draufsicht und Fig. 1B ist eine Querschnittsansicht, die entlang der Linie L-L von Fig. 1A genommen wurde.

[0004] In diesem Grenzstromtyp-Sauerstoffsensor sind eine ebene Kathodenschicht 101 und eine ebene Anodenschicht 103 auf beiden Seiten einer Festkörperelektrolytschicht 102 angeordnet und eine poröse Diffusionsschicht 104 zum Steuern der Gasdiffusionsrate ist auf der anderen Seite der Kathodenschicht 101 angeordnet. Zusätzlich hat die Kathodenschicht 101 ein Kontaktierungsfeld 105 zum elektrischen Koppeln an einen externen Zuleitungsdraht. Ein Teil des Kontaktierungsfeldes 105 ist mit der Festkörperelektrolytschicht 102 bedeckt und der andere Teil des Kontaktierungsfeldes 105 ist einer Atmosphäre ausgesetzt.

[0005] Ein Prinzip des Grenzstromtyp-Sauerstoffsensors wird nachstehend mit Bezug zu Fig. 2 beschrieben. Durch Anlegen einer Spannung zwischen der Kathodenschicht 101 und der Anodenschicht 103 über die Festkörperelektrolytschicht 102, wird zuerst Sauerstoffgas an der Kathodenschicht 101 ionisiert. Dann wird der ionisierte Sauerstoff durch die Festkörperelektrolytschicht 102, die vorher mittels eines Heizers (nicht gezeigt) auf eine geeignete Temperatur zur Ionenleitung, erwärmt wurde, zu der Anodenschicht 103 verschoben. Dann kehrt dieser ionisierte Sauerstoff an einer Schnittstelle zwischen der Anodenschicht 103 und der Festkörperelektrolytschicht 102 zu dem Sauerstoffgas zurück. In diesem Moment fließt ein Strom, der dem sich verschiebenden ionisierten Sauerstoff linear entspricht, nämlich linear zu dem Sauerstoffgas, das an die Kathodenschicht 101 geliefert wurde, von der Anodenschicht 103 zu der Kathodenschicht 101.

[0006] In diesem Fall wird, wie durch einen fetten Pfeil in Fig. 2 angedeutet ist, das Sauerstoffgas

durch die poröse Diffusionsschicht zum Steuern einer Gasdiffusionsrate 104 (auf die sich nachstehend als eine "Diffusionsschicht" bezogen wird) von der Atmosphäre zu der Kathodenschicht 101 geliefert. Das Liefern wird mittels der Diffusionsschicht 104 reguliert, die optimal strukturiert ist, und proportional zu der Sauerstoffgaskonzentration in der Atmosphäre. Deshalb ist die Sauerstoffkonzentration in der Atmosphäre nur mittels Messen des Stromes von der Anodenschicht 103 zu der Kathodenschicht 101 als dem Grenzstrom bekannt.

[0007] In einem Sensor, der eine gemeinsame Form wie in Fig. 2 hat, zeigt Fig. 3 ein Beziehungsdiagramm zwischen der Spannung, die an die Kathodenschicht 101 und die Anodenschicht 103 angelegt ist, und dem Strom (Sensorausgang) bei 20,6% Sauerstoffkonzentration in der Atmosphäre, die den Sensor umgibt.

[0008] In Fig. 3 ist ein Bereich, der mit "a" bezeichnet ist, ein Widerstandsbereich, ein Bereich, der mit "b" bezeichnet ist, ein Grenzstrombereich und ein Bereich, der mit "c" bezeichnet ist, ein Überstrombereich. In dem Grenzstrombereich als dem Bereich b, wird der Sensorausgang (Strom) als unabhängig von der angelegten Spannung angesehen, und eine Beziehung zwischen der Sauerstoffkonzentration und dem Sensorausgang (Strom) wird als linear angesehen.

[0009] Dennoch wird, wie durch einen gestrichelten Pfeil in Fig. 2 gezeigt wird, das Sauerstoffgas, das zu der Kathodenschicht 101 durch die poröse Diffusionsschicht 104 geliefert wird, nicht nur durch die Rückseite der porösen Diffusionsschicht 104, die der Kathodenschicht 101 entspricht, geliefert, wie ursprünglich erwartet, sondern auch durch eine Seitenfläche der porösen Diffusionsschicht 104 oder eine Oberfläche, die an der Seite der Kathodenschicht 101 angebracht ist, geliefert. Deshalb hat die Kennlinie der Beziehung in dem Bereich b in Fig. 3 eine positive Steigung und die Linearität der Beziehung zwischen der Sauerstoffkonzentration und dem Ausgang ist aufgehoben. In diesem Fall wird die Messgenauigkeit in großem Maße durch eine Spannungsdrift beeinflusst. Andernfalls wird ein Linearitätskompensationsschaltkreis zum Aufrechterhalten der Messgenauigkeit benötigt. Das führt dazu, das Kosten und Leistungsaufnahme des Sensors erhöht werden und erzeugt andere Probleme.

Stand der Technik

[0010] Um diese Probleme zu lösen, wird ein Verfahren zum Verhindern von Zustrom des Sauerstoffs von einem unnötigen Teil durch Bedecken von Teilen, die andere sind als der ursprünglich beabsichtigte Durchlass von Sauerstoff, mit einer Gasbarrierschicht wie Glas oder Gasbarrieren-Aluminiumoxid durch die Japanische offengelegte Gebrauchsmusteranmeldung No. Show 61-97753, Japanische offengelegte Gebrauchsmusteranmeldung No. Hei

3-104849 und dergleichen vorgeschlagen.

[0011] Jedoch sind gemäß diesen Wärmekapazität und Leistungsverbrauch des Sensors erhöht. Deshalb wird eine Last des Heizers zum Heizen des Sensors auf seine Betriebstemperatur, nämlich eine Temperatur, die zur Sauerstoffionenleitung in der Festkörperelektrolytschicht geeignet ist, erhöht und die Lebenszeit des Heizers wird verringert. Zusätzlich wird die benötigte Zeit vom Einschalten bis zur Sensorbetriebstemperatur, die durch Heizen stabilisiert wird, erhöht. Deshalb gibt es Probleme wie eine zeitintensive Messung oder einen beträchtlichen Leistungsverbrauch in einer unterbrochenen Messung beim Gebrauch mit niedriger Leistung für zum Beispiel batteriebetriebene Anwendungen. Ferner gibt es Probleme, zum Beispiel eine kurze Lebensdauer oder einen Mangel an Zuverlässigkeit der Gasbarrierschicht, wegen Abschälung oder Spaltung der Gasbarrierschicht, die durch einen Unterschied in thermischen Ausdehnungskoeffizienten und einen Temperaturunterschied bei der unterbrochenen Messung verursacht werden.

[0012] Außerdem wird, gemäß der wie in der Japanischen offengelegten Gebrauchsmusteranmeldung No. Hei 3-104849 beschriebenen Erfindung, ein Grenzstromtyp-Sauerstoffsensoren vorgesehen, der Sauerstoffgas präzise von niedriger bis hoher Konzentration des Sauerstoffgases messen kann. Jedoch werden Filmablagerungsprozesse kompliziert, da es nötig ist, Aluminiumoxid als eine Gasbarrierschicht auf allen Seitenflächen des Sensors abzulagern, und als ein Ergebnis können Kosten des Sensors erhöht werden.

Aufgabenstellung

[0013] Demgemäß ist es ein Ziel der Erfindung, einen kostengünstigen Grenzstromtyp-Sauerstoffsensoren zu liefern, der eine flache Kennlinie aufweist, die in dem Grenzstrombereich bei niedrigen Sauerstoffkonzentration sehr wenig schräg aufwärts weist, der Sensor zuverlässig und korrekt messen kann und der Sensor nicht notwendigerweise einen teuren komplizierten Kompensationsschaltkreis benötigt, der eine beträchtliche Leistung verbraucht.

[0014] Nach dem Begutachten des Grenzstromtyp-Sauerstoffsensors im Detail, kam heraus, das Sauerstoffgas direkt von einer Atmosphäre auf den Sensor geliefert wird, nämlich ohne eine Diffusionssteuerung mittels der porösen Diffusionsschicht 104 durch eine Grenze zwischen einem Teil, das mit der Festkörperelektrolytschicht 102 bedeckt ist und einem Teil, das der Atmosphäre des Kontaktierungsfeldes 105 ausgesetzt ist, hindurch, wie mittels einer gestrichelten Linie in Fig. 5 dargestellt ist, dann wird das Sauerstoffgas zum Erzeugen von Sauerstoffionen ionisiert, die als ein Rauschen gemäß der angelegten Spannung dienen, um die Messgenauigkeit, wie in Fig. 4 gezeigt, in einem Bereich mit niedriger Konzentration beträchtlich zu senken. Ferner erwies

sich, wenn Maßnahmen gegen genau diese Grenze ergriffen wurden, dass ein erreichter Effekt für Anwendungen in einem Bereich mit niedriger Konzentration, wie einem Schutzgasofen eines Handschuhkastens (Glove Box), einem Stickstoff-Reflow-Ofen o.ä., ohne eine Gasbarrierschicht, die über gesamte Oberfläche des Sensors bedeckt ist, ausreichend genug ist und führte zu der Erfindung.

[0015] Das Ziel der Erfindung wurde erreicht durch Bereitstellen eines Grenzstromtyp-Sauerstoffsensors, der eine gemusterte Kathodenschicht, eine gemusterte Anodenschicht, eine gemusterte Festkörperelektrolytschicht, die zwischen einer Oberfläche der Kathodenschicht und der Anodenschicht angeordnet ist, einen gemusterten Gasbarrierenfilm und eine ebene poröse Diffusionsschicht zum Steuern einer Gasdiffusionsrate, die an der anderen Oberfläche der Kathodenschicht angeordnet ist, aufweist, wobei die Kathodenschicht einen Kontaktierungsfeldabschnitt zum elektrischen Koppeln mit einem äußeren Zuleitungsdraht aufweist, ein Teil des Kontaktierungsfeldes mit der gemusterten Festkörperelektrolytschicht bedeckt ist und der andere Teil des Kontaktierungsfeldes einer Atmosphäre des Sensors ausgesetzt ist, wobei der gemusterte Gasbarrierenfilm zwischen dem Kontaktierungsfeld und der gemusterten Festkörperelektrolytschicht an der Grenze zwischen dem Teil des Kontaktierungsfeldes, das mit der gemusterten Festkörperelektrolytschicht in Kontakt ist und dem anderen Teil des Kontaktierungsfeldes, das der Atmosphäre ausgesetzt ist, und Umgebungen davon, angeordnet ist.

[0016] Das Ziel der Erfindung wurde auch erreicht durch Bereitstellen eines Grenzstromtyp-Sauerstoffsensors, der eine gemusterte Kathodenschicht, eine gemusterte Anodenschicht, eine gemusterte Festkörperelektrolytschicht, die zwischen einer Oberfläche der Kathodenschicht und der Anodenschicht angeordnet ist, einen gemusterten Gasbarrierenfilm und eine ebene poröse Diffusionsschicht zum Steuern einer Gasdiffusionsrate, die auf der anderen Oberfläche der Kathodenschicht angebracht ist, aufweist, wobei die Kathodenschicht einen Kontaktierungsfeldabschnitt zum elektrischen Koppeln mit einem äußeren Zuleitungsdraht aufweist, ein Teil des Kontaktierungsfeldes mit der gemusterten Festkörperelektrolytschicht bedeckt und der andere Teil des Kontaktierungsfeldes einer Atmosphäre des Sensors ausgesetzt ist, wobei eine Grenze zwischen dem Teil des Kontaktierungsfeldes, das mit der gemusterten Festkörperelektrolytschicht in Kontakt ist und dem anderen Teil des Kontaktierungsfeldes, das der Atmosphäre ausgesetzt ist und Umgebungen davon sind mit dem gemusterten Gasbarrierenfilm bedeckt.

[0017] Gemäß jeder dieser Strukturen ist es möglich, einen Grenzstromtyp-Sauerstoffsensoren mit hoher Genauigkeit zu erreichen, der eine flache Kennlinie in einem Grenzstrombereich in dem Bereich mit niedriger Konzentration aufweist, mit einem störungsanfälligen Gasbarrierenfilm, der nur einen klei-

nen Bereich des Sensors bedeckt.

[0018] Der Grenzstromtyp-Sauerstoffsensordieser Erfindung kann in dem Bereich der niedrigen Sauerstoffkonzentration immer korrekt messen, auch wenn die angelegte Spannung ein wenig driftet. Außerdem kann der Sensor, da die Linearität zwischen der detektierten Konzentration und dem Signalausgang in dem Bereich mit kleiner Sauerstoffkonzentration sehr gut ist, nicht nur sehr präzise messen, sondern benötigt auch keinen teuren Kompensationsschaltkreis, der eine beträchtliche Leistung verbraucht, so dass eine Messvorrichtung, die den Grenzstromtyp-Sauerstoffsensord aufweist, mit niedrigen Kosten hergestellt werden kann und für eine längere Zeit mit einer Batterie betrieben werden kann.

[0019] Gemäß dieser wie oben beschriebenen Erfindung können, da ein winziges Gebiet des Gasbarrierenfilms ausreichend ist, Probleme, die bei herkömmlichen Sensoren auftreten, die ein großes Gebiet des Gasbarrierenfilms aufweisen, wie zum Beispiel ein Anstieg der Hitzekapazität oder der Wärme-Geschichte, nicht in dem Sensor dieser Erfindung auftreten.

[0020] Solch ein Gasbarrierenfilm kann aus Aluminiumoxid, Glas o.ä. hergestellt werden, und kann mittels PVD, CVD, Sputtern oder Beschichten erreicht werden. In diesem Fall ist es notwendig, zum Beispiel eine Dicke und eine Größe des Gasbarrierenfilms vorher zu untersuchen, um einen ausreichenden Effekt zu erreichen. Zusätzlich wird als ein Gasbarrierenfilm, aufgrund des Sensors, der bei hohen Temperaturen betrieben wird, des Unterschiedes des Wärmeausdehnungskoeffizienten unter dem Gasbarrierenfilm, der Festkörperelektrolytschicht und der porösen Diffusionsschicht, der Kosten, der Bedienung und dergleichen, Aluminiumoxid vorgezogen.

[0021] In dem Grenzstromtyp-Sauerstoffsensordieser Erfindung wird poröses Material, das eine Aktivität zum Ändern von Sauerstoffgas in der Atmosphäre in Sauerstoffionen hat, wie zum Beispiel Platin, Gold oder Nickel und poröses Material, das eine Aktivität hat, das Sauerstoffionen in Sauerstoffgas zurückführt, jeweils für die Kathodenschicht bzw. die Anodenschicht benutzt.

[0022] Es ist notwendig, zum Beispiel vollständig stabilisiertes Zirkonoxid oder Wismutoxid, durch die das Sauerstoffion passieren kann, als die Festkörperelektrolytschicht zu benutzen.

[0023] Es ist notwendig, ein Material als den Gasbarrierenfilm zu benutzen, das eine ausreichende Diffusionssteuerbarkeit besitzt und eine ausreichende Hitzewiderstandsfähigkeit, wie zum Beispiel poröses Aluminiumoxid.

[0024] Es ist nicht notwendig, dass der Heizer aus porösem Material hergestellt ist. Normalerweise wird der Heizer in einer Zickzacklinienform gebildet. Da eine ausreichende Haltbarkeit des Heizers benötigt wird, wird Platin o.ä. als das Heizermaterial benutzt.

[0025] In der Zeichnung zeigen:

[0026] Fig. 1A eine Draufsicht, die einen herkömm-

lichen Grenzstromtyp-Sauerstoffsensord zeigt;

[0027] Fig. 1B eine Querschnittsansicht, die entlang von Linie L-L von Fig. 1A genommen wurde;

[0028] Fig. 2 eine Querschnittsansicht, die das Prinzip des Grenzstromtyp-Sauerstoffsensors erklärt;

[0029] Fig. 3 ein Beispiel eines Strom-Spannungs-Diagramms des Grenzstromtyp-Sauerstoffsensors;

[0030] Fig. 4 ein Diagramm, das eine Beziehung zwischen der angelegten Spannung und dem Ausgangsstrom des herkömmlichen Grenzstromtyp-Sauerstoffsensors bei einigen Sauerstoffkonzentrationsbedingungen einschließlich einer niedrigen Sauerstoffkonzentration zeigt;

[0031] Fig. 5 eine Ansicht zum Erklären, warum der herkömmliche Grenzstromtyp-Sauerstoffsensord eine schlechte Genauigkeit bei einer niedrigen Sauerstoffkonzentrationsbedingung hat;

[0032] Fig. 6A eine Draufsicht, die ein erstes Ausführungsbeispiel eines Grenzstromtyp-Sauerstoffsensors gemäß dieser Erfindung zeigt;

[0033] Fig. 6B eine Querschnittsansicht, die entlang der Linie L-L von Fig. 6A genommen wurde;

[0034] Fig. 7 ein Diagramm, das Beziehungen zwischen der angelegten Spannung und dem Ausgangsstrom sowohl des Grenzstromtyp-Sauerstoffsensors gemäß des ersten Ausführungsbeispiels dieser Erfindung (durchgezogene Linie) als auch des herkömmlichen Grenzstromtyp-Sauerstoffsensors (gestrichelte Linie) bei verschiedenen Sauerstoffkonzentrationsbedingungen einschließlich einer niedrigen Sauerstoffkonzentration zeigt;

[0035] Fig. 8 ein Diagramm, das Beziehungen als ein Testergebnis zwischen der Sauerstoffgaskonzentration und dem konvertierten Konzentrationsfehler sowohl des Grenzstromtyp-Sauerstoffsensors gemäß des ersten Ausführungsbeispiels dieser Erfindung (schwarze Kreise) und des herkömmlichen Grenzstromtyp-Sauerstoffsensors (weiße Kreise) bei einer angelegten Spannung von 0,5 Volt zeigt;

[0036] Fig. 9A eine Draufsicht, die ein zweites Ausführungsbeispiel des Grenzstromtyp-Sauerstoffsensors dieser Erfindung zeigt; und

[0037] Fig. 9B eine Querschnittsansicht, die an der Linie L-L von Fig. 9A genommen wurde.

Ausführungsbeispiel

[0038] Ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nun nachstehend mit Bezug auf die Figur beschrieben.

Vorbereiten von Sensoren des ersten Ausführungsbeispiels und von Bezügen zum Vergleich

[0039] Zuerst wird ein poröses Aluminiumoxidsubstrat 104 als eine poröse Diffusionsschicht 104 angewendet. Als eine Vorverarbeitung des Substrates 104 wird, nach Ultraschallreinigung in Azeton, das Subst-

rat 104 auf ungefähr 1000 Grad Celsius aufgeheizt. [0040] Als Nächstes wird ein Heizer in Zickzacklinienform (nicht gezeigt) auf einer Seitenoberfläche dieses Substrats 104 mittels einer RF-Sputtervorrichtung gebildet. Zu dieser Zeit wird ein Teil der Oberfläche, der zum Bilden des Heizers unnötig ist, während des Sputterns mit einer Metallmaske abgedeckt. Danach wird, zum Stabilisieren des Heizers, der Heizer bei 1000 Grad Celsius für sechzig Minuten an der Luft gebacken.

[0041] Als Nächstes werden eine Platinelektrode (Kathodenschicht) 101 und sein Kontaktierungsfeld 105 durch Sputtern auf ein notwendiges Teil der anderen Seitenoberfläche des Substrats 104 mit einer anderen Metallmaske gebildet. Dann wird, während der Maskierung der Oberfläche, außer einer Grenze zwischen einem Teil, das mit der Festkörperelektrolytschicht 102 koppelt und einem Teil, das der Atmosphäre des Kontaktierungsfeldes 105 und seiner Umgebung ausgesetzt ist, ein gemusterter Gasbarrierenfilm 106 mittels Sputterns eines zu sinternden Aluminiumoxid-Targets gebildet.

[0042] Als Nächstes werden zum Abdecken eines Hauptteils der Kathodenschicht 101 und eines Teils des gemusterten Gasbarrierenfilms 106, der aus beschichtetem Aluminiumoxid besteht, eine stabilisierte Zirkonoxidschicht als eine Festkörperelektrolytschicht 102 mittels der RF-Sputtervorrichtung gebildet. Dann wird zum Oxidieren des stabilisierten Zirkonoxids, das Substrat bei 700 Grad für 60 Minuten an der Luft erhitzt. Als Nächstes wird eine Oberfläche des bearbeiteten stabilisierten Zirkonoxids mit einer Metallmaske abgedeckt, von dem ein großes Lochmuster zum Bilden eines Hauptteils der Anodenschicht 103 so angeordnet ist, dass es das Muster mit großen Löchern auf dem Hauptteil der Kathodenschicht 101 überlagert. Dann wird eine Platinelektrode (Anodenschicht) 103 mit einem Kontaktierungsfeld mittels Sputterns gebildet.

[0043] Danach wird, wenn die Spannung, die an den Heizer angelegt ist, erhöht wird, eine Zeitablenkspannung von 0 bis 2 Volt zwischen die Kathodenschicht und die Anodenschicht angelegt, um diese Elektroden in poröse Elektroden umzuwandeln. Daher wird, wie in Fig. 6A und 6B gezeigt ist, der Grenzstromtyp-Sauerstoffsensor des ersten Ausführungsbeispiels vorbereitet.

[0044] Zusätzlich wird ein herkömmlicher Grenzstromtyp-Sauerstoffsensor, der dem Grenzstromtyp-Sauerstoffsensor des ersten Ausführungsbeispiels ähnlich ist, außer das er keine Aluminiumoxidschicht als den gemusterte Gasbarrierenfilm 106 aufweist, als eine Referenz zum Vergleichen vorbereitet.

Auswertung der Sensoren des ersten Ausführungsbeispiels und der Referenz zum Vergleich

[0045] Beide Sensoren des ersten Ausführungsbeispiels und der Referenz werden durch ihre jeweiligen Heizer auf 700 Grad Celsius erhitzt. Dann werden

Beziehungen zwischen der angelegten Spannung und dem Ausgangsstrom in Stickstoffgas, das jeweils Sauerstoff von 1,0, 0,4, 0,1 und 0,05 Volumenprozent aufweist, gemessen. Messergebnisse werden in Fig. 7 gezeigt, wobei "Ausführungsbeispiel" und "Referenz" die jeweiligen Ergebnisse des Sensors des ersten Ausführungsbeispiels und des Sensors der Referenz bezeichnen, und jede Zahl in einer Klammer jede Sauerstoffkonzentration (Volumenprozent) im Stickstoffgas bezeichnet.

[0046] Fig. 7 zeigt, dass während der Ausgangsstrom des Referenzsensors durch die angelegte Spannung in dem Grenzstrombereich stark beeinflusst wird, der Ausgangsstrom des Sensors des ersten Ausführungsbeispiels durch die angelegte Spannung in dem Grenzstrombereich kaum beeinflusst wird, der Sensor des ersten Ausführungsbeispiels kann nämlich korrekt messen, auch wenn die angelegte Spannung ein wenig driftet.

[0047] Ferner wird die Linearität des Ausgangsstromes von jedem Sensor überprüft. Fig. 8 zeigt konvertierte Konzentrationsfehler, die aus den oben gemessenen Ergebnissen berechnet wurden, jeder der konvertierten Konzentrationsfehler, der als ein Unterschied zwischen echter Sauerstoffkonzentration und konvertierter Konzentration definiert ist, die konvertierte Konzentration durch proportionales Umwandeln jeder Ausgabe in jeder Sauerstoffkonzentration gegen 1000 Teile pro Million (nachstehend abgekürzt als "ppm") Ausgabe erreicht wurde, wobei 1000 ppm Ausgabe eine Ausgabe in 1000 ppm Sauerstoffkonzentration bedeutet. In Fig. 8 stellen schwarze Kreise und die durchgezogene Linie Messergebnisse des Sensors des ersten Ausführungsbeispiels dar, während weiße Kreise und die gestrichelte Linie Messergebnisse des Referenzsensors darstellen.

[0048] Fig. 8 zeigt, dass der konvertierte Konzentrationsfehler des Sensors des ersten Ausführungsbeispiels gemäß dieser Erfindung extrem viel kleiner ist, als derjenige der Referenz. Daher hat, auch ohne irgendeinen teuren Kompensationsschaltkreis, der eine beträchtliche Leistung verbraucht, der Sensor des ersten Ausführungsbeispiels eine Linearität, die ausreichend ist, um der Messgenauigkeit, zum Beispiel plus oder minus 3 Prozent Genauigkeit von 1000 ppm Vollausschlag, als einer Voraussetzung zur Anwendung in einem industriellen Schutzgasofen zu genügen.

[0049] Zusätzlich ist, auch wenn ein Mikroprozessorschaltkreis zum weiteren Verbessern der Messgenauigkeit angewendet wird, ein einfacher Schaltkreis aufgrund der wenigen Abweichungen ausreichend, so dass ein kostengünstiger, wenig Leistung verbrauchender Sensor angewendet werden kann.

Vorbereiten und Auswerten eines Sensors des zweiten Ausführungsbeispiels

[0050] Während der Sensor des ersten Ausführungsbeispiels der Grenzstromtyp-Sauerstoffsensor

ist, wobei der gemusterte Gasbarrierenfilm zwischen dem Kontaktierungsfeld und der gemusterten Festkörperelektrolytschicht an einer Grenze zwischen dem Teil des Kontaktierungsfeldes, das in Kontakt mit der gemusterten Festkörperelektrolytschicht steht und dem anderen Teil des Kontaktierungsfeldes, das der Atmosphäre ausgesetzt ist und Umgebungen davon, angeordnet ist, ist der Sensor des zweiten Ausführungsbeispiels ein Grenzstromtyp-Sauerstoffsensor, wobei eine Grenze zwischen dem Teil des Kontaktierungsfeldes, das in Kontakt mit der gemusterten Festkörperelektrolytschicht steht und dem anderen Teil des Kontaktierungsfeldes, das der Atmosphäre ausgesetzt ist und Umgebungen davon, mit dem gemusterten Gasbarrierenfilm bedeckt sind. Fig. 9A zeigt eine Draufsicht des Sensors des zweiten Ausführungsbeispiels und Fig. 9B zeigt eine Querschnittsansicht, die entlang der Linie L-L von Fig. 9A genommen wurde.

[0051] Der Grenzstromtyp-Sauerstoffsensor des zweiten Ausführungsbeispiels gemäß dieser Erfindung wird durch folgendes vorbereitet. Erstens werden die Kathodenschicht 101 und das Kontaktierungsfeld 105 gleichzeitig gebildet. Zweitens wird die Festkörperelektrolytschicht 102 gebildet. Drittens wird die Anodenschicht 103 gebildet. Viertens wird eine Grenze zwischen einem Teil, das mit der Festkörperelektrolytschicht 102 bedeckt ist und einem Teil, das der Atmosphäre des Kontaktierungsfeldes 105 ausgesetzt ist und seine Umgebung mit einem Beschichtungsmittel aus Aluminiumoxidsystem beschichtet, das eine hohe Abdichtungsleistung besitzt. Fünftens wird das beschichtete Mittel bei 150 Grad Celsius gesintert, um als eine 500 Mikrometer dicke gemusterte Gasbarrierenfilm 106 gebildet zu werden. Zuletzt werden beide, die Kathodenschicht 101 und die Anodenschicht 103, in poröse Elektroden umgewandelt, um als das zweite Ausführungsbeispiel des Grenzstromtyp-Sauerstoffsensors gemäß dieser Erfindung vorbereitet zu sein.

[0052] Der konvertierte Konzentrationsfehler des Sensors des zweiten Ausführungsbeispiels, der auf diesem Weg vorbereitet wurde, wird überprüft, um seine exzellente Linearität wie der Sensor des ersten Ausführungsbeispiels festzustellen.

[0053] Zusätzlich ist, da die Grenze zwischen dem Kontaktierungsfeld 105 und der Festkörperelektrolytschicht 102 des Sensors des ersten Ausführungsbeispiels kein der Atmosphäre ausgesetztes Gebiet hat, ein solcher Effekt des Sensors des ersten Ausführungsbeispiels verlässlicher zu erreichen, als jener des zweiten Ausführungsbeispiels. Jedoch kann ein Herstellungsprozess für den herkömmlichen Sensor leicht an den Sensor des zweiten Ausführungsbeispiels, so wie er ist, angewendet werden.

Patentansprüche

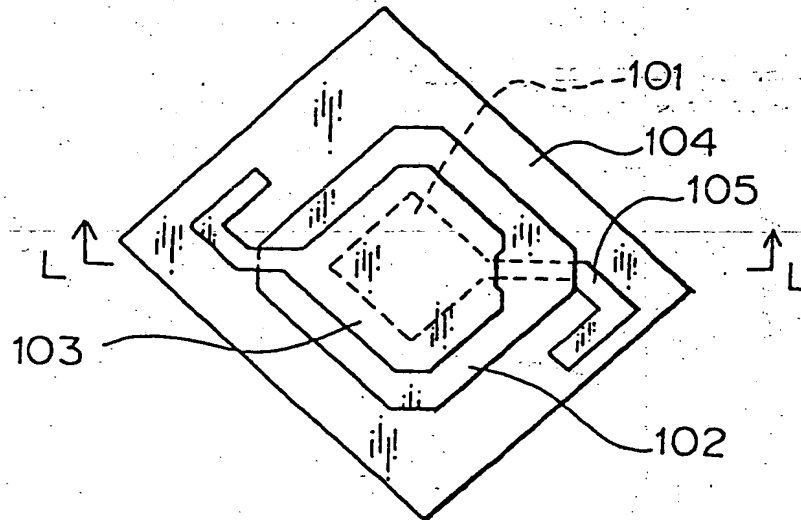
1. Ein Grenzstromtyp-Sauerstoffsensor aufweisend:

eine gemusterte Kathodenschicht;
eine gemusterte Anodenschicht;
eine gemusterte Festkörperelektrolytschicht, die zwischen einer Oberfläche der Kathodenschicht und der Anodenschicht angeordnet ist;
einen gemusterten Gasbarrierenfilm; und
eine ebene poröse Diffusionsschicht zum Steuern einer Gasdiffusionsrate, die auf der anderen Oberfläche der Kathodenschicht angebracht ist, wobei die Kathodenschicht einen Kontaktierungsfeldabschnitt zum elektrischen Koppeln mit einem externen Zuleitungsdraht aufweist, ein Teil des Kontaktierungsfeldes mit der gemusterten Festkörperelektrolytschicht bedeckt ist und der andere Teil des Kontaktierungsfeldes einer Atmosphäre des Sensors ausgesetzt ist, wobei der gemusterte Gasbarrierenfilm zwischen dem Kontaktierungsfeld und der gemusterten Festkörperelektrolytschicht an einer Grenze zwischen dem Teil des Kontaktierungsfeldes, das in Kontakt mit der gemusterten Festkörperelektrolytschicht ist und dem anderen Teil des Kontaktierungsfeldes, das der Atmosphäre ausgesetzt ist, und Umgebungen davon, angeordnet ist.

2. Ein Grenzstromtyp-Sauerstoffsensor aufweisend:

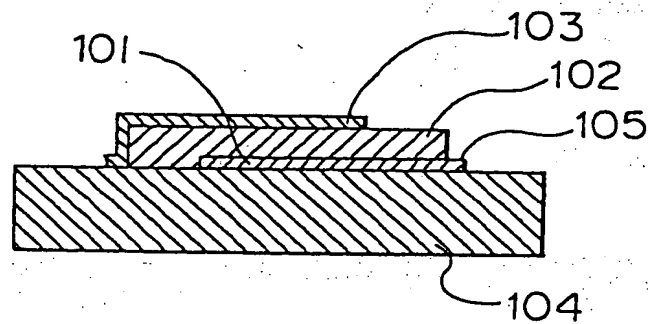
eine gemusterte Kathodenschicht;
eine gemusterte Anodenschicht;
eine gemusterte Festkörperelektrolytschicht, die zwischen einer Oberfläche der Kathodenschicht und der Anodenschicht angeordnet ist;
einen gemusterten Gasbarrierenfilm; und
eine ebene poröse Diffusionsschicht zum Steuern einer Gasdiffusionsrate, die auf der anderen Oberfläche der Kathodenschicht angebracht ist, wobei die Kathodenschicht einen Kontaktierungsfeldabschnitt zum elektrischen Koppeln mit einem externen Zuleitungsdraht aufweist, ein Teil des Kontaktierungsfeldes mit der gemusterten Festkörperelektrolytschicht bedeckt ist und der andere Teil des Kontaktierungsfeldes einer Atmosphäre des Sensors ausgesetzt ist, wobei eine Grenze zwischen dem Teil des Kontaktierungsfeldes, das in Kontakt mit der gemusterten Festkörperelektrolytschicht ist und dem anderen Teil des Kontaktierungsfeldes, das der Atmosphäre ausgesetzt ist, und Umgebungen davon, mit dem gemusterten Gasbarrierenfilm bedeckt sind.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen



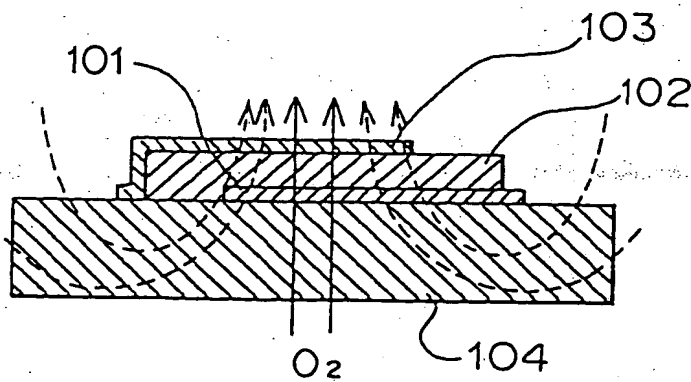
Stand der Technik

FIG. 1A



Stand der Technik

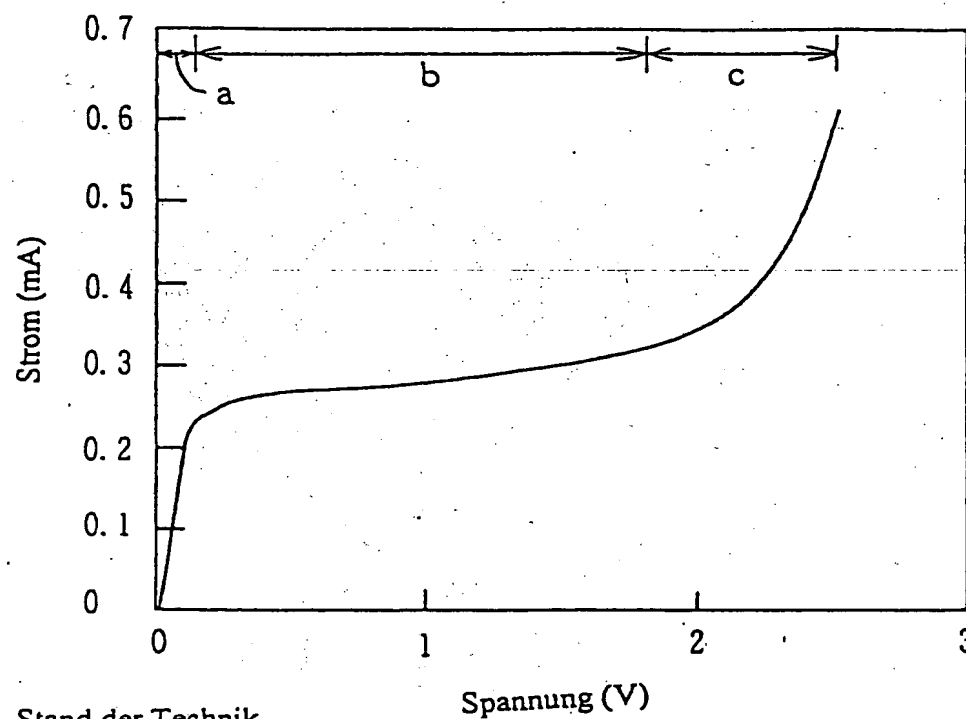
FIG. 1B



Stand der Technik

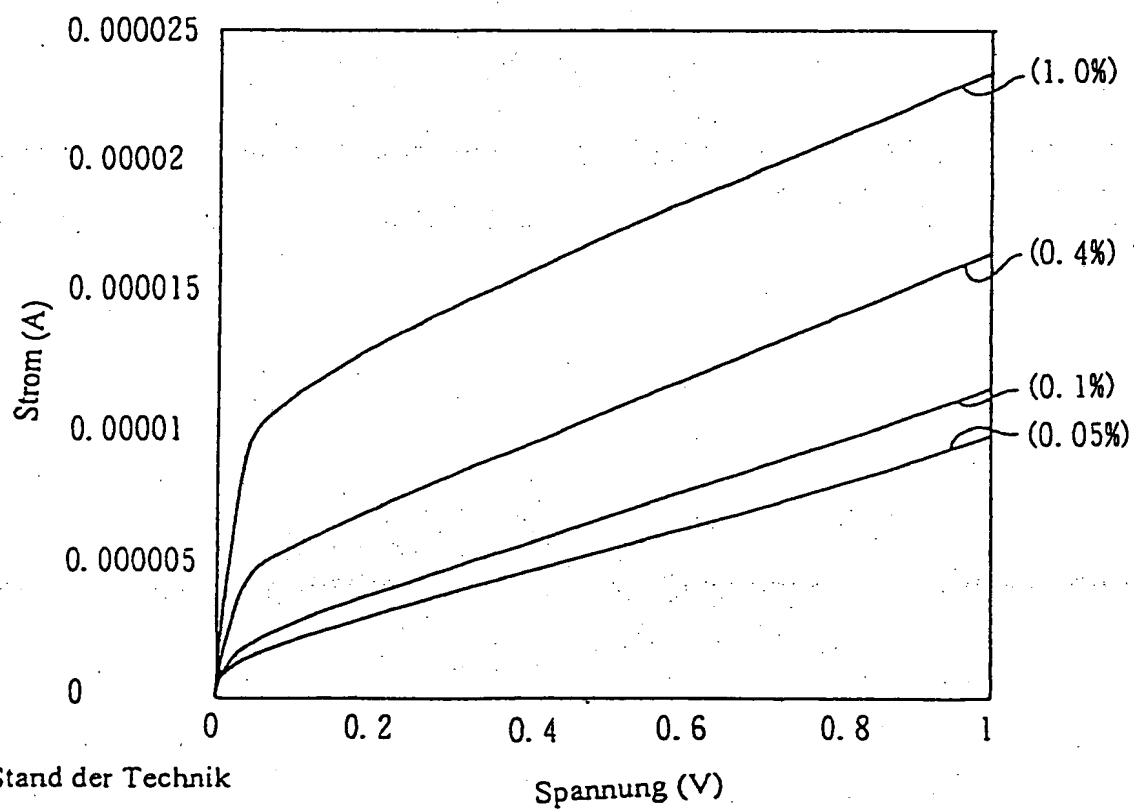
FIG. 2

BEST AVAILABLE COPY



Stand der Technik

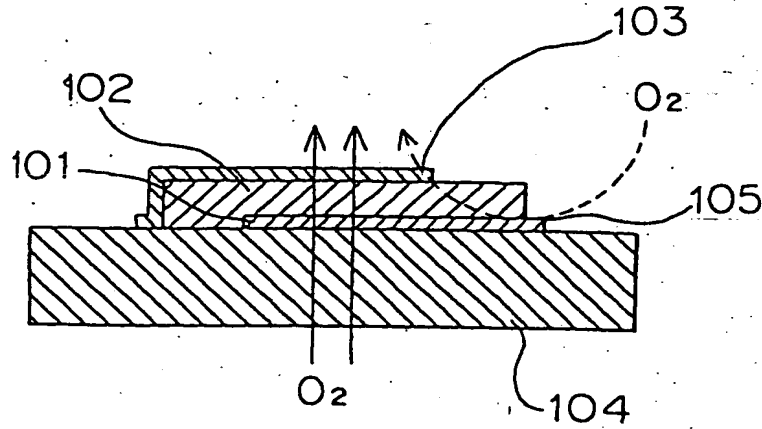
FIG. 3



Stand der Technik

FIG. 4

BEST AVAILABLE COPY



Stand der Technik

FIG. 5

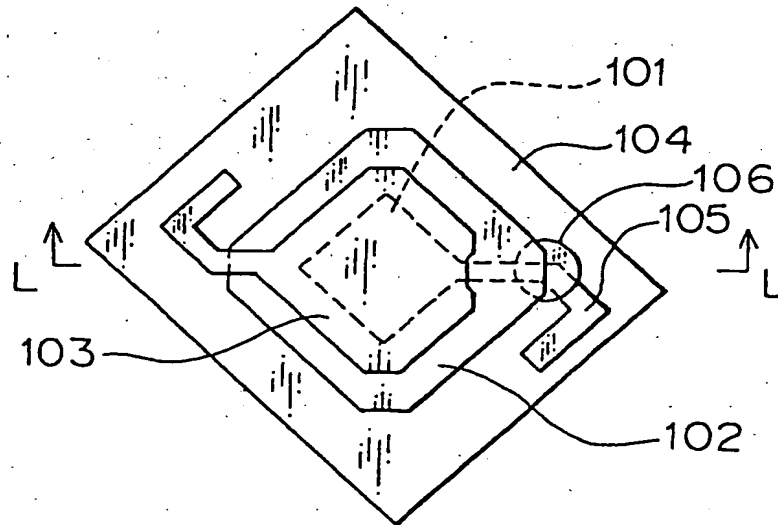


FIG. 6A

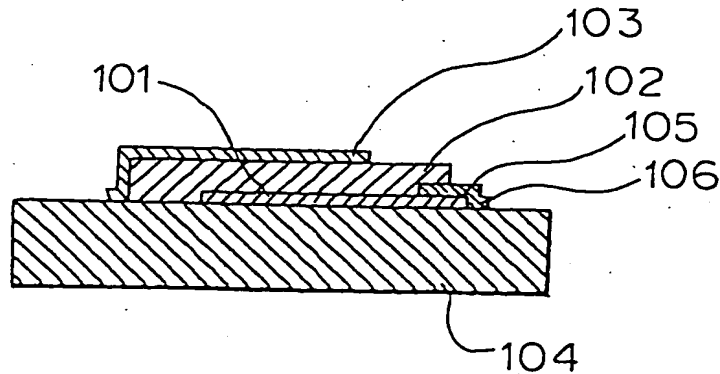


FIG. 6B

BEST AVAILABLE COPY

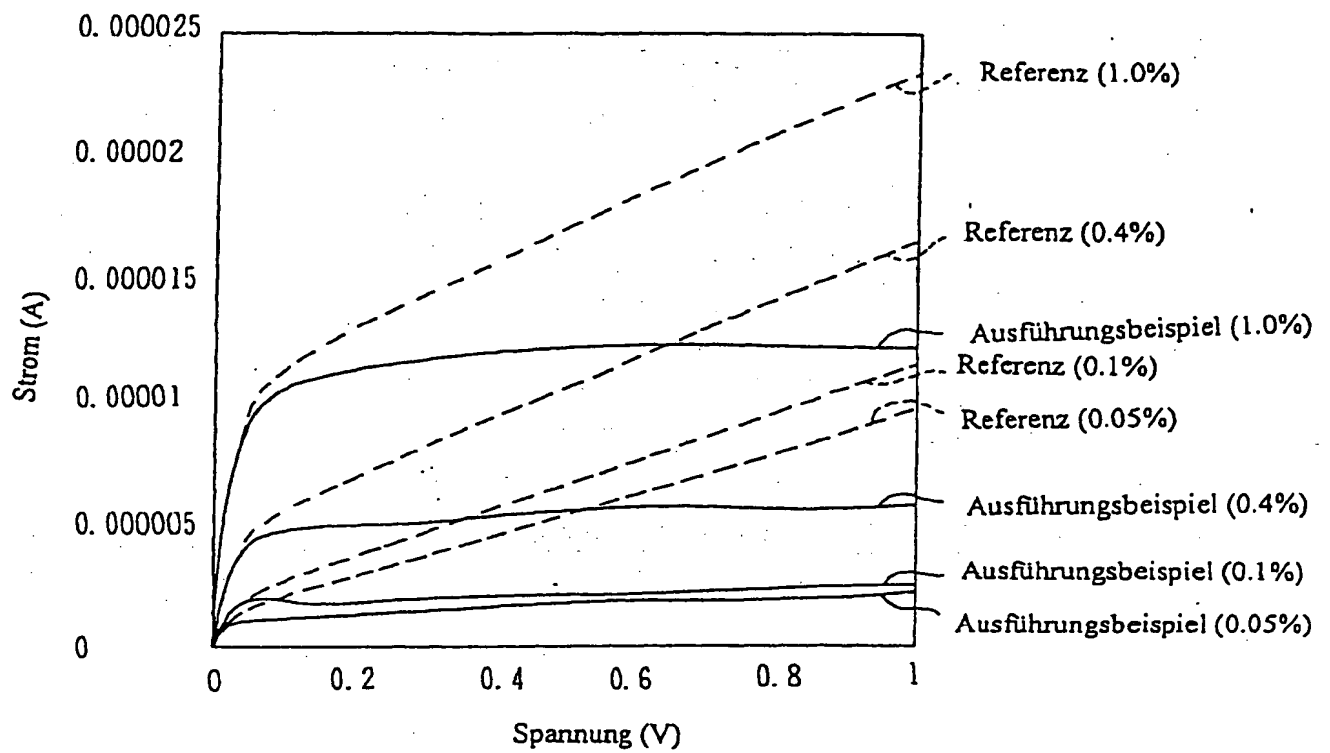


FIG. 7

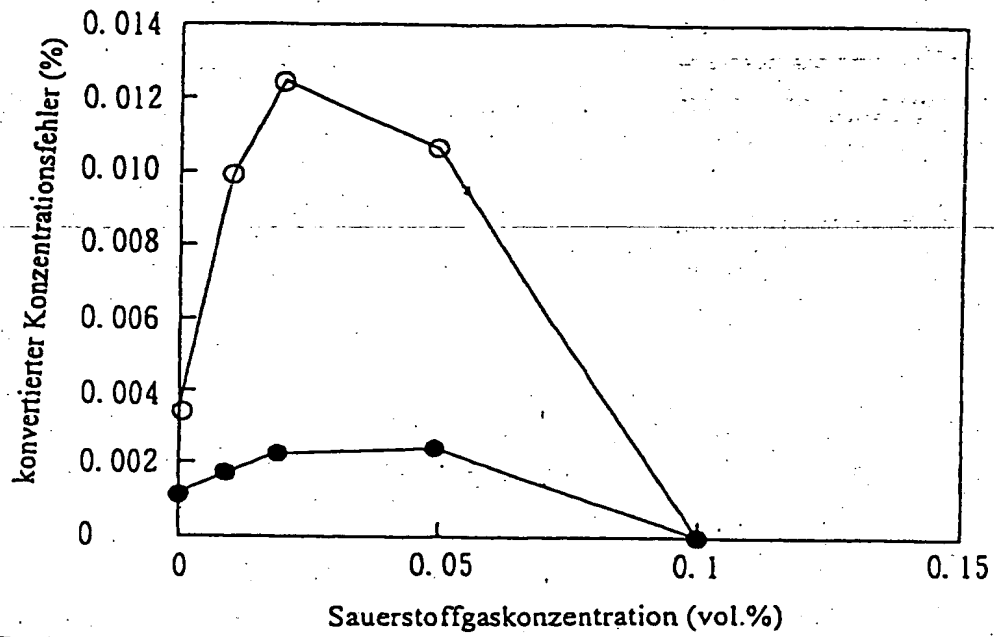


FIG. 8

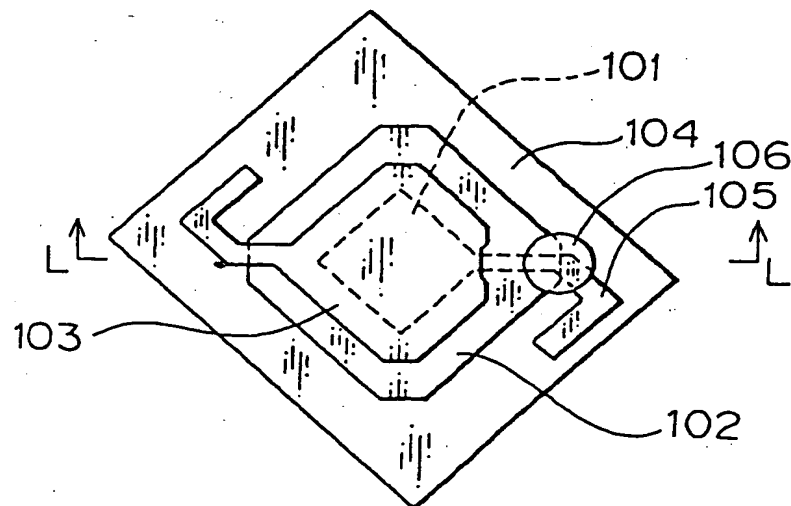


FIG. 9A

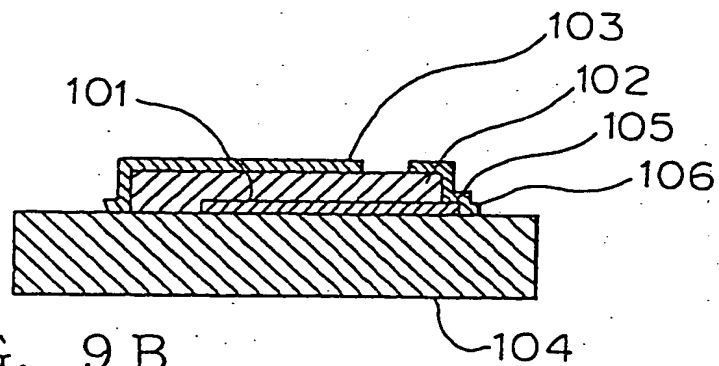


FIG. 9B

BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)